

Секция ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКА

Подсекция ИЗУЧЕНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

в рамках международного гранта, финансируемого при поддержке Европейской комиссии
проекта Erasmus+

Все материалы подготовлены при финансовой поддержке Европейской Комиссии в рамках проекта Jean Monnet Module «Изучение и интеграция европейского опыта использования возобновляемых источников энергии» (565066-EPP-1-2015-1-RU-EPPJMO-MODULE). Содержание материалов отражает мнение авторов, и Европейская Комиссия не несет ответственности за использование содержащейся в нем информации.



20 апреля 2018 г., 11 час. 35 мин., ауд. 406 к. «Д»

Председатель подсекции,
научный руководитель – д.т.н., профессор Хомутов С.О.
Сопредседатель подсекции,
научный руководитель – д.т.н., профессор Федянин В.Я.
Заместитель председателя подсекции,
координатор – к.т.н., доцент Гутов И.А.

1. Авдеев К.А. – студент группы 8Э-63, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
[РАЗРАБОТКА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ](#)
2. Алферов А.В., Купреев К.А., Матвеев М.А. – студенты группы Э-54, Коротких В.М. - к.т.н., профессор
[ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ](#)
3. Белоусов Е.В. – студент группы 8Э-63, Халина Т.М. - д.т.н., профессор
[ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИЛОВОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСФОРМАТОРА](#)
4. Гумаров Р. У. – студент гр. Э-44, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
[ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОШ-АГАЧСКОЙ СЭС](#)
5. Иванов Д.О. – студент группы Э-41, Белицын И.В. – к.п.н., доцент
[АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЁННЫХ ВИДОВ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ](#)
6. Иванов Р.О. – студент группы Э-41, Попов А.Н. – к.т.н., доцент
[АКТУАЛЬНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ](#)
7. Ильиных Л.А. – студент группы Э-41, Попов А.Н. – к.т.н., доцент
[ИНТЕГРАЦИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОГО ШИМ – ГЕНЕРАТОРА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ](#)
8. Каримжанова Ж.С. – студент группы Эпр-42, Перегуда Н.А. – студент группы Э-61, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА

9. Крюков Д.Н. – аспирант группы ОЯТВЭ-51, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ
10. Парфёнов М.А. – студент группы Э-61, Савинский Н.Н. – студент группы Эпр-42, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент
ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКИ
11. Петраков А.Ю. – студент группы 8Э-73, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
ВЛИЯНИЕ НАВЕДЁННЫХ ТОКОВ НА ИЗМЕРЕНИЯ В ОБЛАСТЯХ, СВОБОДНЫХ ОТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
12. Пропостина О.А. – студент группы 8С-72, Леденева Е.А. – студент группы Э-61, Бахтина И.А. – к.т.н., доцент
ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ
13. Реклинг А.В. – студент группы 8С-71, Арапов Д.С. – студент группы 8С(з)-71, Иванова Т.Ю. – к.т.н., доцент
МИНИ-ГЭС, РАБОТАЮЩИЕ НА СТОЧНЫХ ВОДАХ
14. Реклинг А.В. – студент группы 8С-71, Эйбин И.С. – студент группы С-43, Иванов В.М. – д.т.н., профессор
ПОДБОР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УФ-ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД КОС-1 ГОРОДА БАРНАУЛА, РАБОТАЮЩЕГО С УТИЛИЗАЦИОННОЙ МИНИ-ГЭС

РАЗРАБОТКА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Авдеев К.А. – студент группы 8Э-63, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Ядерные реакции, происходящие на Солнце, создают солнечное излучение, представляющее собой поток, мощностью порядка $4 \cdot 10^{23}$ кВт.

Солнечное излучение, проходя через атмосферу Земли, разделяется на три составляющие:

- прямое солнечное излучение;
- диффузионное или рассеянное;
- отраженное земной поверхностью.

Интерес к проблеме использования энергии Солнца неуклонно продолжает расти. Возможности солнечной энергетики очень велики. Использование всего лишь 0,0125% солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности, а использование 0,5% – полностью покрыть потребности на перспективу.

Наиболее перспективными являются следующие энергетические установки [1]:

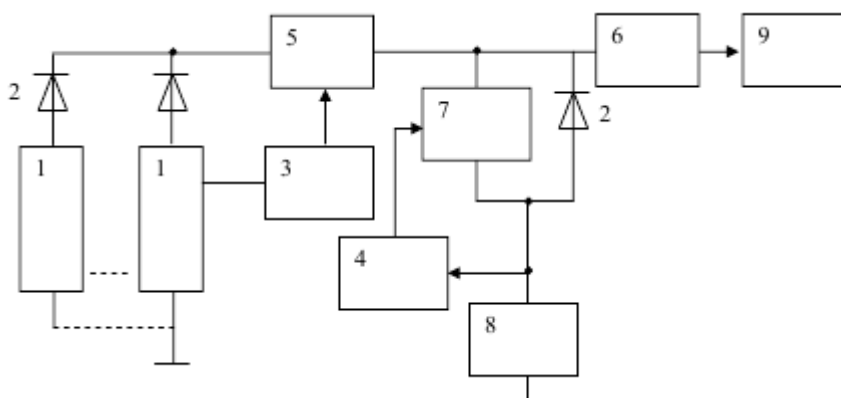
- солнечные коллекторы;
- солнечные фотоэлектрические преобразователи.

Климат Алтайского края способствует развитию нетрадиционных источников электрической энергии. На территории края наблюдается преимущественно малооблачная погода, благодаря этому обеспечивается большой поток солнечной радиации на земную поверхность. Продолжительность солнечного сияния составляет в среднем 2000-2300 часов в год, а количество суммарной радиации – $4500-4800 \text{ МДж/м}^2$ в год [2].

В основе фотоэлектрической генерации энергии лежит разделение носителей заряда при поглощении полупроводниковыми материалами электромагнитного излучения [1].

Фотоэлектрические станции работают по принципу прямого преобразования энергии Солнца в электроэнергию.

Структурная схема фотоэлектрической станции представлена на рисунке 1.



- 1 – солнечные панели; 2 – диоды; 3 – контроллер пиковой мощности; 4 – контроллер зарядного тока; 5 – ключ; 6 – автономный инвертор; 7 – зарядное устройство;
8 – аккумуляторная батарея; 9 – нагрузка

Рисунок 1 – Структурная схема фотоэлектрической станции

Характеристики фотоэлементов зависят от величины нагрузки, интенсивности солнечного излучения и температуры, при которой осуществляется работа этих элементов [3].

Фотоэлектрические установки могут работать параллельно с сетью. В часы, когда энергии Солнца будет недостаточно для нужд потребителя, питание будет осуществляться от сети. Большое распространение получили фотоэлектрические установки без аккумуляторных батарей. Они очень надежны и практически не требуют обслуживания. КПД таких систем

может достигать 98% за счет эффективного использования солнечной энергии. Однако наличие аккумуляторных батарей позволяет предотвратить прекращение электроснабжения при нарушении работы электрической сети [4].

При работе параллельно с сетью фотоэлектрическая установка может выдавать излишки электрической энергии в сеть. В данном случае используется реверсивный или двунаправленный счетчик электроэнергии. Данный механизм принят в США и ряде других стран и уже показал свою эффективность [5].

Схема подключения фотоэлектрической системы приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема подключения фотоэлектрической системы

Ряд стран занимается производством фотоэлектрических преобразователей. Одним из лидеров на данный момент является США (10 МВт).

Так как фотоэлектрические модули защищены от воздействия пыли и влаги, то затраты на их эксплуатацию весьма малы. Они могут работать без обслуживания несколько десятков лет [1].

В докладе Европейской ассоциации фотоэлектрической промышленности (EPIA) сообщается, что суммарная мощность действующих в странах ЕС солнечных батарей достигла 70 ГВт.

Себестоимость генерируемой электроэнергии с каждым годом снижается, поэтому использование солнечной энергии является очень перспективным делом [6].

Список использованных источников:

1. Лукутин, Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография [Электронный ресурс] / Б.В. Лукутин, О.А. Суржикова., Е.Б. Шандарова. – Москва : Энергоатомиздат, 2008. – 231 с. – ISBN 978-5-283-03272-9. Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/047/76047/files/Lab_mshini.pdf
2. Краткая информация об Алтайском крае [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.altairegion22.ru/territory/info/>
3. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. – 1-е изд. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с. – ISBN 5-98298-429-9. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/549/75549/files/up.pdf>
4. Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 128 с. Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/departments/kafedra/espp/literatura/Tab2/Lukutin_S_elsnab.pdf
5. Подключение солнечных батарей к сети в России [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.watrouter.ru/infa/pv_grid_connection_in_russia.htm

6. Геро Рютер. Андрей Гурков. Мировая солнечная энергетика: переломный год: [Электронный ресурс]/ Геро Рютер. Андрей Гурков. Экономика. – 2013. – Режим доступа: <http://dw.de/p/18g0r>

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Алферов А.В., Купреев К.А., Матвеев М.А. – студенты группы Э-54,

Коротких В.М. - к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Энергоэффективность – цель любого производства. Это предполагает снижение стоимости выпускаемой продукции. При выращивании качественной рассады освещение её запускается полные сутки. Перестраховка влечет за собой перерасход электроэнергии. Если учесть естественное освещение, то достаточно досвечивать до необходимого.

В состав автоматической системы входят два устройства – фото реле и программируемый таймер, элемент «НЕ», а далее элемент «И» (рисунок 1).

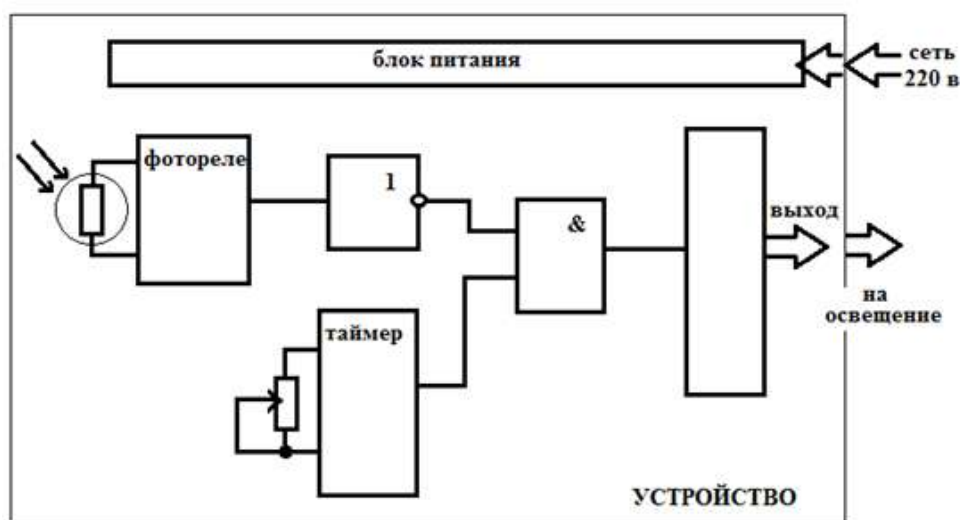


Рисунок 1 – Структурная схема автомата

Фотореле, в котором роль датчика предоставляет фоторезистору R1. Использование повышенного питающего напряжения – 12 - 18 В, позволяет реализовать достаточно высокую чувствительность автомата включения освещения.

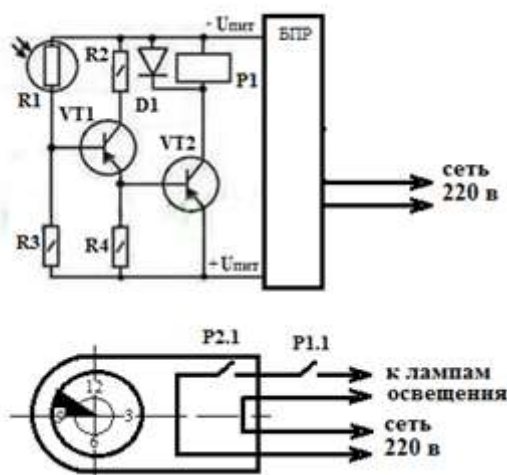


Рисунок 2 – Схема автомата включения досветки

При низком уровне освещения, сопротивление фоторезистора R1 достаточно велико и исчисляется сотнями кОм. В базовую цепь транзистора VT1 включен фоторезистор R1, а эмиттер VT1 соединен с базой транзистора VT2. Величина коллекторных токов этих транзисторов не превышает значения тока срабатывания, предусмотренного параметрами электромагнитного реле P1. Лампы тепличного освещения включаются, если контакты реле P1.1 и P2.1, образующие логический элемент «И» будут замкнуты.

Утром, когда уровень освещения начинает нарастать, фоторезистор, испытывая все более сильное световое воздействие, постепенно теряет сопротивление – оно снижается до 80-100 кОм. Это вызывает соответствующее нарастание коллекторных токов транзисторов VT1 и VT2. Когда ток достигнет значения 20-25 мА, происходит срабатывание реле P1. Нормально замкнутые контакты P1.1 размыкаются, разрывая питающую цепь ламп освещения.

С наступлением темноты начнется обратный процесс – сопротивление R1 будет расти, снижая коллекторные токи транзисторов. Когда значение тока опустится ниже тока отпускания, произойдет отключение реле – его контакты замкнутся, на лампу поступит питание – свет включится!

Роль реле P1 может выполнять любое реле с нормально замкнутыми контактами, с сопротивлением обмотки 650-750 Ом, например, РЭС-22(РФ4.500.131) или РСМ-1(Ю.171.81.37).

Диод Д1 – КД512 защищает транзистор от пробоя возникающей ЭДС самоиндукции при отключении реле.

Резисторы МЛТ-25 на мощность рассеивания не ниже 0,25 Вт и с номиналами указанными на рисунке 1.

После включения питания, регулируется срабатывание автомата в расчете на освещенность фоторезистора.

Кроме того, чувствительность автомата включения освещения регулируется подбором сопротивления R3. Вместо R3 можно поставить последовательно соединённые постоянный резистор сопротивлением 20-30 кОм и переменный резистор сопротивлением 20-47 кОм, в этом случае будет возможность подстройки чувствительности в любое время.

Таймер модели TS-MD1, имеющий входное напряжение 220 в, с током нагрузки до 16 А, точность составляет ± 6 мин.

Выводы: В результате применения автомата досвечивания рассады можно значительно экономить электроэнергию и сделать технологический процесс сельскохозяйственного назначения энергоэффективным.

Список использованных источников:

1. Коротких В.М. Оценка энергоэффективности электроконтактной технологии выпечки хлеба/ В.М. Коротких// Материалы докладов шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции «Энергетика: экология, надежность, безопасность».— Томск: Изд-во ТГУ, 2010, С. 146–148.
2. Шустов М.А. Практическая схемотехника. Источники питания и стабилизаторы. Кн. 2. – М.: Альтекса, 2002. –191 с.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИЛОВОГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Белоусов Е.В. – студент группы 8Э-63, Халина Т.М. - д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Постановлением правительства РФ №600 от 17 июня 2015 г. об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности, были нормированы потери холостого хода и короткого замыкания для трансформаторов мощностью от 100 до 2500 кВА, это стало началом для определения направления развития новых серий энергосберегающих трансформаторов.

В рамках работ по снижению потерь в сетях и введения единых требований к электротехническому оборудованию организация ПАО «РОССЕТИ» разработала и внедрила стандарт «Трансформаторы силовые распределительные 6-10 кВ мощностью 63-2500 кВА. Требования к уровню потерь холостого хода и короткого замыкания».

Стандартом устанавливаются уровни максимальных потерь в силовом трансформаторе 6-10 кВ (холостого хода - с индексом «Х», и короткого замыкания - с индексом «К»). Уровни максимальных потерь определяют класс энергоэффективности электrorаспределительного оборудования.

Для создания энергоэффективных трансформаторов, необходимо применять материалы более широкой номенклатуры с улучшенными характеристиками [1, 2]. Трансформаторы новой серии будут иметь увеличение себестоимости в сравнении со стандартной серией ТМГ. Необходимо достичь минимального увеличения себестоимости за счет применения оптимальных конструкторских решений с учетом мирового опыта в трансформаторостроении, использования лучших марок электротехнических сталей и применения современного оборудования для изготовления магнитопроводов, обмоток, баков и других металлоконструкций [3, 4].

Естественно, что применение энергоэффективных трансформаторов новой серии должно быть экономически целесообразно в планируемых условиях эксплуатации. Для этого необходимо определить сроки окупаемости дополнительных вложений на приобретение энергоэффективного трансформатора и его стоимость с учетом затрат на потери за весь срок эксплуатации. Следует отметить, что выбор той или иной серии трансформаторов зависит во многом от стратегии, принятой компаниями-потребителями трансформаторной продукции.

В рамках партнёрского сотрудничества между предприятием ОАО «Алттранс» и ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И. И. Ползунова проводится исследовательская работа по анализу стандарта организации ПАО «РОССЕТИ», проектированию трансформатора с определенным классом энергоэффективности и разработке трансформатора с минимальным уровнем потерь.

При определении мощности проектируемого трансформатора проанализирована статистика продаж трансформаторного оборудования предприятия ОАО «Алттранс» за 2017 год, установлена разница между количеством проданных трансформаторов мощностью 160 кВА и мощностью 630 кВА, которая составила 4%.

Несмотря на то, что трансформаторы мощностью 160 кВА самые распространенные, с точки зрения рентабельности для предприятия-изготовителя трансформаторной продукции целесообразно выбрать большую мощность для проектирования трансформатора с новым уровнем потерь, так как стоимость трансформатора мощностью 630 кВА на сегодняшний день ориентировочно в 2,5 раза выше, чем стоимость трансформатора мощностью 160 кВА, что обеспечит более высокую прибыль от продаж.

Для проектирования трансформатора необходимо выбрать из стандарта, разработанного ПАО «РОССЕТИ», необходимый уровень потерь короткого замыкания и холостого хода. В виду того, что низшие уровни энергоэффективности для потерь холостого хода не представляют никакого интереса в области разработки инновационного продукта, так как

трансформаторы с такими уровнями потерь уже существуют, то выбор сужается до двух уровней:

- сочетание Х4-К2 – серия Ао-Ск по европейскому стандарту;
- сочетание Х4-К3 – серия Ао-Вк по европейскому стандарту.

Обозначим соответственно эти трансформаторы следующим образом:

- сочетание Х4-К2 – ТМГэЗ₁-630;
- сочетание Х4-К3 – ТМГэЗ₂-630.

Выбор производился по экономической целесообразности использования одного из сравниваемых трансформаторов в период всего срока эксплуатации. Был выбран для проектирования трансформатор с классом энергоэффективности Х4К2, который обозначили как ТМГэЗ₁-630. В дальнейшем из обозначения трансформатора следует исключить нижний индекс с номером «1», так как он использовался для того, чтобы отличить трансформатор серии «э3» одного уровня энергоэффективности от другого.

При расчете и проектировании установлено, что для выбранного типа трансформатора наиболее эффективной сталью с пониженным уровнем потерь является сталь марки ЭТС NV 27P-100, толщиной 0,27мм. Магнитная система должна быть изготовлена по технологии Step-Lap методом шихтовки с косым стыком, обмотки изготовлены из алюминиевой ленты.

Список использованных источников:

- 1 Расчет трансформаторов. Учеб. пособие для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1976., 544 с. 2 ГОСТ Р 52719-2007 Трансформаторы силовые. Общие технические условия
- 2 П.М. Тихомиров. Расчет трансформаторов. Изд. 5-ое. Москва энергоатомиздат, 1986 г.
- 3 EN 50464-1 Трехфазные погруженные в нефть распределительные трансформаторы 50 Гц, от 50 kVA до 2 500 kVA с самым высоким напряжением для оборудования не чермерные 36 кВ - Часть 1: Общие требования.
- 4 .Е.Г. Непомнящий. Инвестиционное проектирование. Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2003.

ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОШ-АГАЧСКОЙ СЭС

Гумаров Р. У. – студент гр. Э-44, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

XXI век – эра высоких технологий, Без которых невозможно представить нашу с вами жизнь. Человечество полностью зависимо от техники, и технический прогресс не стоит на месте. С каждым годом потребность в электроэнергии увеличивается в разы и дефицит электроэнергии растет.

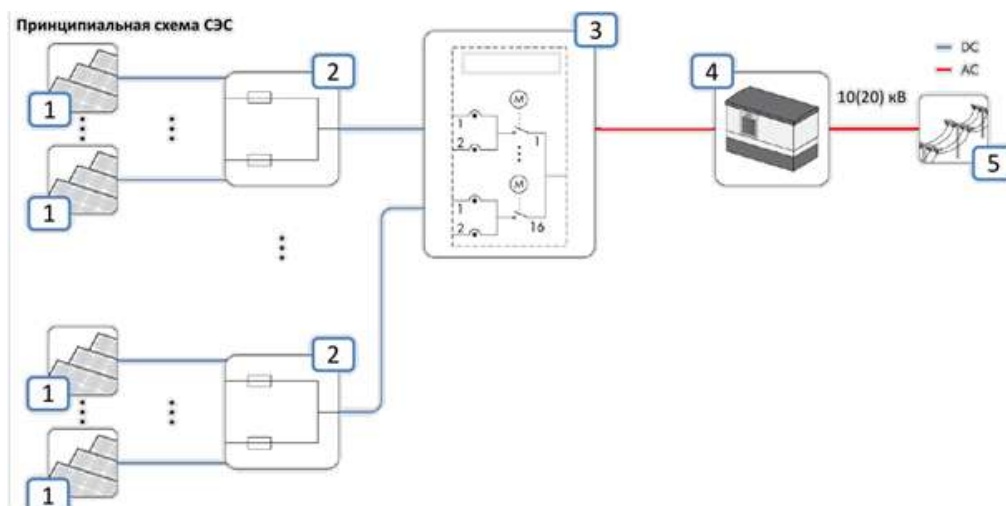
Альтернативные возобновляемые источники являются основными из возможных решений этой проблемы. А именно, солнечная радиация – неисчерпаемый запас возобновляемой энергии



Рисунок 1 – Распределение суммарной солнечной радиации в России

Россия располагает огромным потенциалом возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в том числе и солнечной радиации (см. рис. 1). На территории нашего государства довольно много районов, где среднегодовой приход солнечной инсоляции составляет 4–5 ГДж на квадратный метр. Необходимо отметить, что высокий уровень солнечной радиации наблюдается на Северном Кавказе, на Дальнем Востоке и на юге Сибири.

Кош-Агачская солнечная электростанция – одна из крупнейших солнечных электростанций в России мощностью 10 МВт, введена в эксплуатацию в 2014 году. Электростанция функционирует в составе ЕЭС России. Принципиальная электрическая схема Кош-Агачской солнечной электростанции 1 приведена на рисунке 2.



- 1 – фотоэлектрические(солнечные) модули (ФЭМ) преобразуют солнечную энергию в электрическую энергию постоянного тока. ФЭМ соединены в цепочки;
- 2 – коммутационные коробки для подключения цепочек ФЭМ к входам инверторов;
- 3 – инверторное оборудование: преобразование постоянного тока ФЭМ в переменный ток (3-фазный, 50Гц);
- 4 – трансформаторы: повышают напряжение в сети СПС до требуемых значений на трансформаторных подстанциях (10кВ);
- 5 – воздушная линия (ВЛ) электропередач до существующей трансформаторной подстанции для подключения СПС к существующим сетям.

Рисунок 2 – Принципиальная схема СПС:

Кош-Агачский район Республики Алтай находится в списке самых солнечных мест России, в году – более 300 солнечных дней, а уровень удельной солнечной инсоляции достигает 1400 кВт ч на м² в год.

Таблица 1 - Выработка электроэнергии Кош-Агачская СЭС

СЭС	Установленная мощность, МВт	2015 год	2016 год	2017 год
Кош-Агачская СЭС	10	5 802	7 830	7664

Общая выработка электроэнергии действующей СЭС за весь период работы составила 21296 тыс. кВт ч, что эквивалентно использованию 6,357 млн. кубометров природного газа для производства электроэнергии. Таким образом, Кош-Агачская СЭС позволила уменьшить выбросы углекислого газа в атмосферу Земли на 106 000 тонн.

Список использованных источников:

1. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика. Методы расчетов. – Москва: "Солнечная энергетика" МЭИ, 2008. – 317 с.
2. Методика расчета солнечных электростанций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-rascheta-moschnosti-solnechnyh-elektrostantsiy>.
3. Федянин В.Я., Евстигнеев В.В., Чертищев В.В. Физические основы использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для теплоснабжения : учебное пособие). – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2004. – 164 с.
4. Охоткин Г.П. Методика расчета мощности солнечной электростанции // Вестник Чувашского университета. – 2013. – №3.

АНАЛИЗ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЁННЫХ ВИДОВ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Иванов Д.О. – студент группы Э-41, Белицын И.В. – к. п. н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

После принятия постановления Правительства Российской Федерации №449 “О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности”, в мае 2013 года, началось активное развитие использования возобновляемых источников энергии (далее ВИЭ) [1].

Наибольшее развитие получила солнечная энергетика, так за период с 2013 по 2016 год по данным Минэнерго инвестиции составили 191 млрд. рублей. Были утверждены проекты по строительству электростанций на общую мощность, превышающую 1,1 ГВт, что является рекордом для темпов развития использования ВИЭ в России[2].

На этапе проектирования и согласования возникает необходимость в выборе типа используемых фотоэлементов, а также в оценке площади будущей электростанции, которая напрямую зависит от установленной мощности и типа солнечных панелей.

Принцип работы фотоэлементов основан на внутреннем фотоэффекте, возникающем в неоднородных полупроводниках под действием солнечного света. Неоднородность полупроводников достигается добавлением различных примесей в один и тот же полупроводниковый материал, наибольшее распространение получил кремний. Также существуют фотоэлементы на основе дорогих, редких полупроводниковых материалов, например теллурида кадмия, которые ограниченно используются, но из-за цены и редкости не могут быть продуктом массового производства в наше время. Существуют многослойные фотоэлементы, имеющие больше одного р-п перехода, что увеличивает их КПД и цену. На данный момент для широкого использования наиболее доступны и выгодны кремниевые панели с одним р-п переходом, трёх, представленных на рисунке 1, видов, это подтверждается их долей на рынке – более 80% [3,6].

ГОРИЗОНТЫ ОБРАЗОВАНИЯ ВЫПУСК 20 2018



Рисунок 1 – Виды кремниевых фотоэлементов

Аморфные солнечные панели получают напылением гидроксида кремния на токопроводящую основу (специальную фольгу) в вакууме. Из-за неоднородной структуры значение КПД не велико, всего 6 – 10%, но по этой же причине хорошо улавливается рассеянный свет, в результате потеря КПД в пасмурную погоду незначительна [3].

Монокристаллические фотоэлементы получают, выращивая целостную кристаллическую структуру, из-за этого панели дают высокий КПД 17-22%, однако значительно снижается в пасмурную погоду и при неверной установке [5,6].

Поликристаллические фотоэлементы получают, заливая форму нагретым полупроводниковым материалом, в результате получается множество кристаллов ориентированных в разных направлениях. Кристаллы дают достаточно высокий КПД: 12-18% и не так сильно теряют его в пасмурную погоду из-за разнонаправленности [5,6].

Базовая температура, при которой производят замеры мощности и КПД, равна 25°C. Реальная температура работающего фотоэлемента может достигать 55-75°C, что вызывает снижение эффективности панели на величину температурного коэффициента за каждый градус нагрева, т.е. вызывает потерю 15-25% мощности в кристаллических и 6-10% в аморфных фотоэлементах, чтобы избежать этого – необходимо использовать системы охлаждения панелей [4].

Сравнительная характеристика перечисленных выше кремниевых фотоэлементов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика кремниевых фотоэлементов

Показатели	Поликристаллические	Монокристаллические	Аморфные
Средний КПД	15%	20%	7%
Срок службы	25 лет	25 лет	10 лет
Температурный коэффициент	0,5%	0,5%	0,2%
Примечания	Не требуют постоянной ориентации на солнце, разумно устанавливать на крыше зданий	Требуют дополнительного оборудования, для ориентирования панелей на солнце	Могут быть изготовлены на гибкой основе

Исходя из технических характеристик, при проектировании крупных и малых солнечных электростанций используются в основном кристаллические кремниевые фотоэлементы. Решающими факторами в выборе между монокристаллическими и поликристаллическими панелями будут: доступная площадь, доля прямой и рассеянной солнечной радиации, число часов солнечного сияния в год.

Доля рассеянной (соответственно и прямой) солнечной радиации в среднем по России изменяется в течение года в диапазоне от 25% до 75%. График зависимости КПД фотоэлемента поликристаллической и монокристаллической структуры от доли рассеянной солнечной радиации представлен на рисунке 2 [3].

Продолжительность солнечного сияния характеризует время, в которое доля прямой солнечной радиации будет максимальна, в это время рассеивание зависит только от прозрачности атмосферы: чистоты воздуха, наличия частиц пыли, смога.

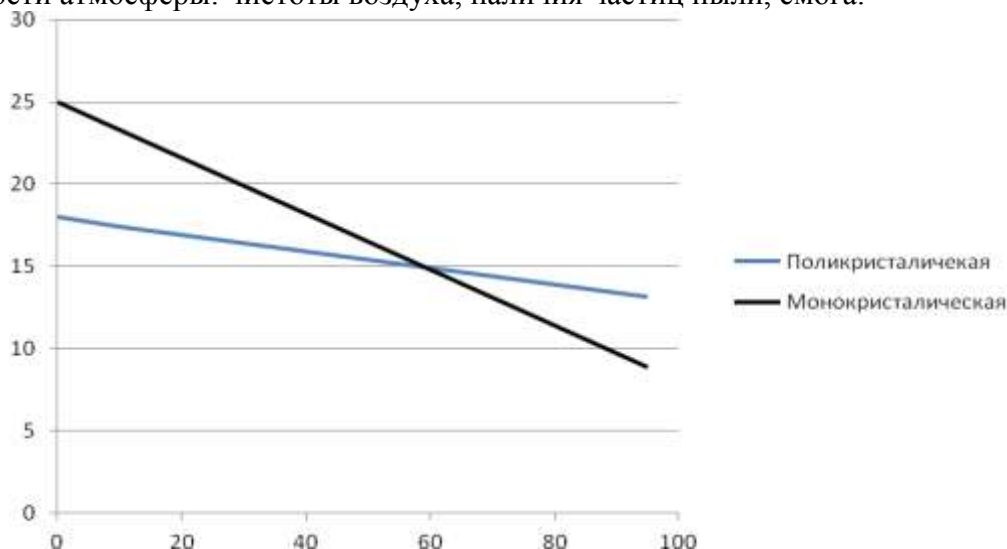


Рисунок 2 – График зависимости КПД фотоэлемента поликристаллической и монокристаллической структуры от доли рассеянной солнечной радиации

При проектировании стоит учитывать, что площадь, занимаемая монокристаллическими панелями, приблизительно на 25% меньше площади занимаемой поликристаллическими панелями той же мощности. Разница в цене за квадратный метр сопоставима с разницей в площади, что даёт приблизительное равенство в цене фотоэлементов одной мощности, без учёта дополнительного оборудования, необходимого для монокристаллических панелей в значительно большем объёме [5,7,8].

Таким образом, для районов с долей рассеянной солнечной радиации более 45%, при достаточной площади, в большинстве случаев наиболее выгодным решением будет использование поликристаллических кремниевых фотоэлементов, тогда как в районах с высокой долей прямого излучения – монокристаллических.

Список использованных источников:

1. Григорьев, Л. Развитие солнечной энергетики / Л. Григорьев, В. Гимади, А. Амирагян, И. Поминова, А. Курдин, О. Колобов, А. Мартынюк, Д. Нестер, С. Пих // Энергетический бюллетень. – 2017. – №44. – С. 14 – 17.
2. Медведев, Ю. Светило выходит из тени / Ю. Медведев, А. Смирнов, И. Фурсова // Российская газета – 2017. – спецвыпуск №7289. – 5 с.
3. Виды солнечных батарей: сравнительный обзор [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://sovet-ingenera.com/eco-energy/sun/vidy-solnechnyx-batarej.html>
4. Сравнение моно, поли и аморфных солнечных батарей [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: http://b-eco.ru/articles/mono_poly_amorphous/
5. Монокристаллические и поликристаллические солнечные батареи: преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://sunnik.com.ua/monokristallicheskie-i-polikristallicheskie-solnechnye-batarei-preimushhestva-i-nedostatki/>

6. Солнечные батареи: описание различных видов и материалов нового поколения [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://teplo.guru/eko/solnechnyye-batarei-novogo-pokoleniya.html>

7. Солнечные батареи [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://shop.solar-company.pro/catalog/36>

8. Солнечные панели [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <https://oporasolar.ru/g8159851-solnechnye-paneli>

АКТУАЛЬНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОТДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Иванов Р.О. – студент группы Э-41, Попов А.Н. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

На сегодняшний день в России существует огромное количество линейных потребителей электроэнергии, расположенных вдоль магистральных трубопроводов нефти и газа, удаленных от источника питания. Одними из таких потребителей являются блоки запорной арматуры и блоки катодной защиты, обеспечивающие безопасный и экономичный транзит нефти и газа в трубопроводах.

Проблема заключается в сложности электроснабжения данных потребителей в связи с их удаленностью от источников питания. Как правило длина трубопровода достаточно большая и установка таких потребителей производится в различных труднодоступных местах (болота, тайга). В настоящее время блоки линейных потребителей питаются от вдоль-трассовые ВЛ.

Этот проект включает в себя поиск решения покрытия нагрузок удаленных потребителей сравнительно малой мощности. Наиболее предпочтительным методом является метод распределенной генерации, в решении которой заинтересована НТИ (Национальная технологическая инициатива), которая является долгосрочной комплексной программой по созданию условий для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках, которые будут определять структуру мировой экономики в ближайшие 15 – 20 лет.

К НТИ относится ассоциация EnergyNET, целью которой является формирование профессионального общества, способного создавать и продвигать на глобальный рынок конкурентоспособные технологии, продукты и сервисы в сфере интеллектуальной энергетики.

Транспортировка небольшого количества электроэнергии на большие расстояния нерациональна, в виду больших потерь и существенную долю капитальных затрат. По статистике на лето 2017 года, возведение 1 км ВЛЭП 10 кВ в условиях севера будет обходиться в 6 - 7 млн. р. (по данным ПАО «ВЧНГ»).

Генерирование на месте является оптимальным, поскольку, по сравнению с транспортировкой, в нем отсутствуют потери и пропадает необходимость вырубки большой площади лесов. Традиционная энергетика требует крупных эксплуатационных затрат и обслуживающего персонала. Альтернативная энергетика является самым рациональным методом, так как является безопасной для окружающей среды. Кроме того, в альтернативной энергетике, практически отсутствуют эксплуатационные издержки.

Концепция использования энергии ветра и солнца все больше набирает актуальность и популярность, ведь за технологиями в области альтернативной энергетики стоит будущее человечества.

Гибридные точечные электростанции способны поддерживать автономное электроснабжение маломощных приемников (узлы запорной арматуры и станции катодной защиты). Они представляют собой оборудованные контейнера, которые устанавливаются рядом с приемником электроэнергии.

Контейнер заполняется следующим оборудованием.

1. Блок аккумуляторных батарей (АКБ). Аккумуляторные батареи предназначены для накопления сгенерированной энергии для последующей отдачи приемнику. АКБ является источником постоянного тока.

2. Контроллер заряда «фотоэлементы – АКБ». Этот контроллер предназначен для методичного заряда АКБ от солнечных панелей и предотвращения выхода из строя оборудования в процессе заряда.

3. Контроллер заряда «ветрогенератор – АКБ». Контроллер предназначен для методичного заряда АКБ от ветрогенератора и предотвращения выхода из строя оборудования в процессе заряда.

4. Блок инверторов. Инвертор служит для преобразования постоянного напряжения одной величины в переменное напряжение другой величины. Инверторы должны дублироваться и быть синхронизированными для обеспечения категорийности.

5. Блок связи. Этот блок собирает информацию со всего оборудования электростанции и в зашифрованном виде передает ее на сервер диспетчерского управления, где обрабатывается автоматически и при любом отклонении от нормально режима информирует диспетчера.

На территории электростанции устанавливается:

1. Ветрогенераторы. Они предназначены для преобразования кинетической энергии ветра в электрическую. Количество и мощность ветрогенераторов определяется с помощью карты среднегодовой скорости ветра.

2. Солнечные батареи. Они предназначены для преобразования энергии солнечного света в электрическую.

Список использованных источников:

1. Устройства для определения мест повреждения на воздушных электрических линиях [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа : <http://electricalschool.info/main/ekspluat/406-ustrojstva-dlja-opredelenija-mest.html>.

2. Определение мест повреждения на ВЛ [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://leg.co.ua/knigi/rzia/opredelenie-mest-povrezhdeniya-na-vl.html>.

3. Определения мест повреждения ВЛ [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа : <http://forum220.ru/pointer-damage-vl.php>

4. Применение УКЗ [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа : <http://leg.co.ua/knigi/rzia/opredelenie-mest-povrezhdeniya-na-vl-17.html>

ИНТЕГРАЦИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТЬЮ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНОГО ШИМ – ГЕНЕРАТОРА НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ

Ильиных Л.А. – студент группы Э-41, Попов А.Н. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

В современном мире все большее внимание уделяется созданию и исследованию новых альтернативных источников энергии и их интеграции с существующими электрическими сетями. Солнечная энергия может рассматриваться как энергоресурс будущего [1]. Солнечные подстанции, в основном, являются тупиковыми, и, по сравнению с подстанциями проходного типа, имеют гораздо меньшую степень надежности по отношению к перерывам в электроснабжении. Одной из главных причин нарушения электроснабжения потребителей отдаленных районов страны являются аварии на ВЛЭП на участке сети от ПС до СЭС [2]. Таким образом, существует проблема, заключающаяся в необходимости резервирования источника опорного переменного напряжения, ведомого инвертор солнечной электростанции, в случае потери связи с энергосистемой.

Данная проблема входит в круг вопросов НТИ (Национальной технологической инициативы), а ассоциация EnergyNET формирует профессиональное общество, способное создавать и продвигать на глобальный рынок конкурентоспособные технологии в сфере интеллектуальной энергетики [3].

Одним из возможных путей устранения данной проблемы является внедрение устройства, которое задавало бы шаблон сигнала трехфазного синусоидального напряжения на выходе инвертора. На рисунке 1 приведены методы обеспечения ведомых инверторов опорным напряжением.

Анализируя методы обеспечения ведомых инверторов опорным напряжением можно сделать следующие выводы:

- использование топливных источников резервного питания не рационально вследствие необходимости периодического технического обслуживания, малой надежности двигателей внутреннего сгорания, а также нерациональности использования в качестве источника энергии для генератора жидкого топлива при наличии местного источника электроэнергии постоянного тока;
- использование генераторов стандартных импульсов невозможно по причине их малой выходной мощности, порядка долей и единиц ватт, а требуемая мощность составляет не менее 10 кВт;
- транзисторные ШИМ-генераторы не обеспечивают требуемой величины несинусоидальности выходного напряжения (такие генераторы не способны генерировать идеальную форму синусоиды, а генерируют лишь формы сигналов отдаленно её напоминающую (прямоугольный, треугольный, ступенчатый, трапецевидный));
- и только интегральные ШИМ-генераторы на микроконтроллере способны выдавать синусоиду с требуемым малым коэффициентом несинусоидальности, а использование современных мощных выходных транзисторов позволяет добиться больших величин выходной мощности.



Рисунок 1 – Методы обеспечения ведомых инверторов опорным напряжением

Формируются аналоговые сигналы, обладающие различными характеристиками, такими как форма, амплитуда, частота, скважность и т. п. В качестве основы используется последовательность прямоугольных импульсов с постоянным периодом следования. Для

генерации различных аналоговых уровней регулируется заполнение импульсов и, таким образом, изменяется длительность импульсов.

Структурная схема устройства, отображающая логику взаимодействия блоков и их функциональные особенности, представлена на рисунке 2.

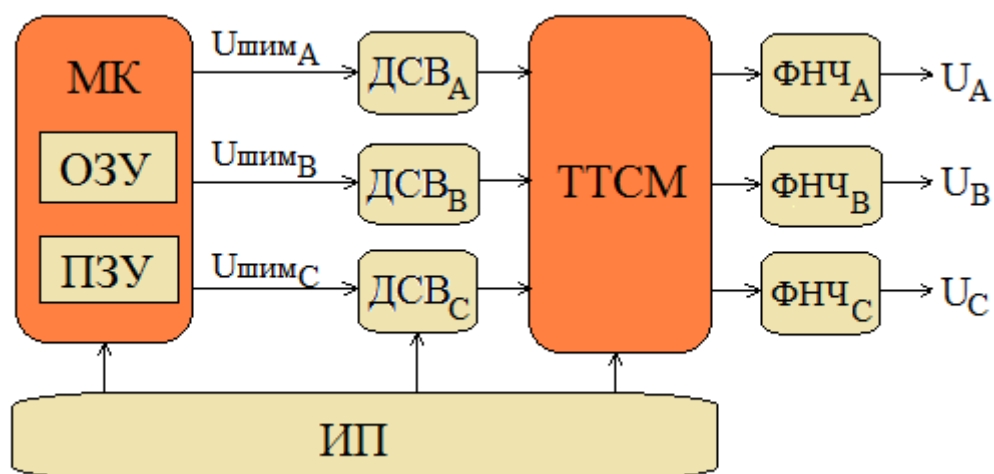


Рисунок 2 – Структурная схема устройства

Устройство можно разделить на несколько функциональных блоков, каждый из которых выполняет свою определённую функцию.

Источник питания (ИП) осуществляет преобразование постоянного напряжения, получаемого от шин собственных нужд в постоянное напряжение амплитудой 5 В, необходимое для питания блоков МК и ДСТn, а также два разнополярных постоянных напряжений амплитудой 424 В и –424 В, соответственно, для обеспечения питанием блока ТТСМ.

Микроконтроллер (МК), осуществляет формирование трех широтно-модулированных (ШИМ) выходных сигналов, соответствующих трем синусоидально изменяющимся напряжениям с частотой 50 Гц, сдвинутым по фазе друг относительно друга на 120 градусов.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) предназначено для хранения промежуточных величин данных, необходимых для работы программы микроконтроллера.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) предназначено для хранения программы в соответствии, с которой работает МК.

Драйверы силовых транзисторов (ДСТn) осуществляют управление моментами открывания силовых транзисторов в плечах моста блока трехфазного транзисторного силового моста (ТТСМ), формируя на основании ШИМ-сигналов, соответствующих фаз от блока МК пары отпирающих и запирающих импульсов для соответствующих пар транзисторов в плечах силового моста, а также осуществляет добавление так называемого «мертвого времени» для предотвращения выхода из строя силовых транзисторов в моменты времени, когда один из транзисторов плеча ещё не успел закрыться вследствие ненулевого времени запираения у реальных транзисторов, а второй уже открылся.

ТТСМ представляет собой транзисторный коммутатор, выполненный по схеме полного моста. Осуществляет коммутацию получаемого от блока ИП постоянного двуполярного напряжения на свои соответствующие фазные выходы в моменты времени, соответствующие приходу управляющих импульсов от блоков ДСТn.

Фильтр низких частот (ФНЧn) осуществляет отфильтровывание высших гармонических составляющих напряжения, имеющих место в фазных напряжениях, поступающих от блока ТТСМ, и необходим для обеспечения необходимого уровня качества формируемого устройством напряжения по критерию несинусоидальности [4].

Источником задающего напряжения является электронный генератор трехфазного синусоидального напряжения с использованием возможностей встроенных модулей широтно-импульсной модуляции (ШИМ-модулей) современных микроконтроллеров STM32 - это семейство 32-битных микроконтроллерных интегральных схем от STMicroelectronics.

Разработка и внедрение устройства, задающего шаблон сигнала трехфазного синусоидального напряжения на выходе инвертора, обеспечит бесперебойную генерацию электроэнергии солнечной электростанцией при потере связи с энергосистемой.

Список использованных источников:

1. Рахнов, О. Е. Экологическая эффективность локальных источников энергии (на примере плоских солнечных коллекторов) : Диссертация кандидата технических наук: 25.00.36 / Рахнов Олег Евгеньевич ; [Место защиты: ГОУ ВПО «Московский государственный строительный университет»] .– Москва, 2010 .– 156 с. : ил
2. Попов А. Н. Поиск и определение мест повреждений на воздушных линиях электропередачи в сетях напряжением до 35 кВ [Текст] / Блинов Н. А., Вольченко А. И., Попов А. Н. // Сборник статей II международной конференции «Современные проблемы электроэнергетики. Алтай — 2014» .– Барнаул : ЦЭОР АлтГТУ, 2014 .– С. 28-31 .– Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=24894788>
3. EnergeNET НТИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://energynet.ru/data/EnergoNET1.pdf>
4. Гельман, М. В. Преобразовательная техника : Учеб. пособие / М. В. Гельман, М. М. Дудкин, К. А. Преображенский .– Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010 .– 425 с.
5. Ильиных, Л. А. Обеспечение бесперебойной генерации электроэнергии солнечной электростанцией при потере связи с энергосистемой [Текст] / Л. А. Ильиных // Материалы XVII – XIX городской научно – технической конференции молодых ученых «Молодежь – Барнаулу» / гл. ред. Ю. В. Анохин . – Часть XIX. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2018 .– С. 507 – 510 . – ISBN 978-5-7904-2263-8.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА

Каримжанова Ж.С. – студент группы Эпр-42, Перегуда Н.А. – студент группы Э-61,
Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

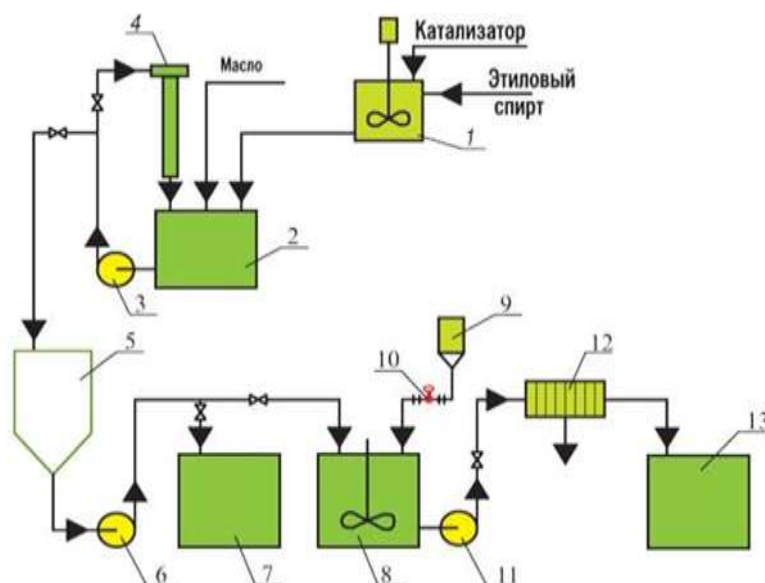
В настоящее время человечество привыкло к использованию различных видов транспортных средств: автомобилей, воздушных и водяных судов. Однако, всем известно, что для их работы необходимо лёгкое (бензин) или тяжёлое (солярка) топливо. Ввиду того, что топливо регулярно растёт в цене и его производят в результате переработки нефти, которая является невозобновляемым ресурсом и её запасы ограничены стали задумываться о нетрадиционных способах получения топлива.

Биотопливом называется топливо, получаемое из биологического сырья в результате различных способов его переработки. Всё биотопливо подразделяется на жидкое (биодизель, биоспирт), твёрдое (древесина, солома), газообразное (биогаз, водород).

Биодизель представляет собой биотопливо, получаемое на основе растительных или животных жиров (масел). Растительное масло переэтерифицируется метанолом при температуре 60 °С и нормальном давлении. При этом основная реакция описывается уравнением:



Основная технологическая схема производства биодизеля представлена на рисунке 1.



1 – реактор для получения раствора катализатора, 2 – реактор для синтеза биодизеля,
3, 6, 11 – насосы, 4 кавитационный реактор, 5 – отстойник для отделения глицероловой
фракции, 7 – сборник для глицерина, 8 – контактная ёмкость для смешивания адсорбента с
биодизелем, 9 – бункер с адсорбентом, 10 – дозатор адсорбента, 12 – фильтр,
13 – ёмкость для биодизеля

Рисунок 1 – Технологическая схема производства биодизеля

Исходным сырьём для производства биодизеля в различных странах являются различные виды растительного сырья (таблица 1).

Таблица 1 – Виды сырья для производства биодизельного топлива в различных регионах (странах)

Регион/страна	Исходное сырьё
Европа	рапс
США	соя
Канада	канола (разновидность рапса)
Индонезия, Филиппины	пальмовое масло
Филиппины	кокосовое масло
Индия	яртофа
Бразилия	касторовое масло

Для производства биодизеля в различных странах построено ряд заводов (таблица 2).

Таблица 2 – Предприятия для производства биодизельного топлива в различных регионах (странах)

Регион/страна	Количество заводов	Мощность
Европа	214	16 млн. тонн
США	149	7,7 млрд. тонн
Канада	4	196,5 млн. тонн

В настоящее время в России не существует предприятий, производящих жидкое биотопливо. Потенциальный рынок при этом оценивается в 3,6 млн. тонн. Данное

направление наиболее перспективно для различных сельскохозяйственных регионов, каким является Алтайский край.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Крюков Д.Н. – аспирант группы ОЯТВЭ-51, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Необходимость борьбы за благоприятную экологическую обстановку, новые возможности повышения качества жизни людей, развитие прогрессивных технологий, стремление повысить энергетическую эффективность экономики – все это способствовало активизации национальных усилий по внедрению элементов низкоуглеродной экономики.

Алтайский край не обладает значительными запасами ископаемых видов топлива. С учетом того, что почти весь уголь, нефтепродукты и природный газ в Алтайский край поступают из других регионов Российской Федерации, можно говорить о зависимости энергетической отрасли региона от привозного топлива [1].

Энергетика Алтайского края по степени централизации электроснабжения относится к зоне, входящей в сферу действия объединенных энергосистем. Несмотря на развитый электросетевой комплекс, остаются не решенными ряд вопросов, связанных с надежным функционированием энергосистемы региона. Для края важной проблемой является моральный и физический износ основных фондов электросетевого комплекса края. Износ распределительных сетей в крае достигает более 70%. В изменившихся экономических условиях возникает необходимость модернизировать существующую систему централизованного электроснабжения за счет создания новых мощностей, распределенных по территории Алтайского края.

В настоящее время можно отметить критическое положение удаленных от районных центров населенных пунктов, электроснабжение которых осуществляется по физически изношенным линиям электропередачи. Для рассмотрения возможности повышения надежности и эффективности электроснабжения удаленных сельских населенных пунктов был проведен анализ распределения населения края по населенным пунктам и ресурсов энергокомпаний региона, используемых для обеспечения сельских населенных пунктов электрической энергией.

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю на 01.01.2016 на территории края постоянно проживало 2377 тыс. человек.

Изучение состояния систем электроснабжения малых населенных пунктов Алтайского края показало, что на территории края находится 614 малых населенных пункта (количество жителей менее 200). В них проживает более 47 тысяч человек (около 4,5 % от числа сельских жителей края). Еще около 118 тысяч человек (около 11,3 % от числа сельских жителей края) проживает в 357 населенных пунктах с числом жителей от 200 до 500 человек. Таким образом, в 971 (62 %) сельском населенном пункте проживает только 16 % сельского населения.

Основные показатели сельских населенных пунктов представлены на рис. 1 и рис. 2.

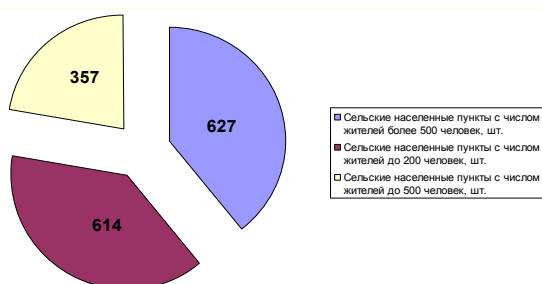


Рисунок 1 – Зависимость количества сельских населенных пунктов от числа

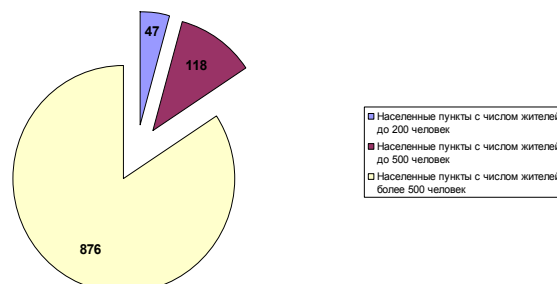


Рисунок 2 – Зависимость распределения населения по сельским населенным пунктам

В качестве примера рассмотрим систему электроснабжения малых населенных пунктов Завьяловского района. Данные, полученные в ходе проведения исследований, представлены в таблице 1.

Таблица 1 -Основные показатели системы электроснабжения малых сельских поселений Завьяловского района

№ п/п	Населенный пункт	Число абонентов, шт.	Численность населения, чел.	Длина ВЛ 10 кВ, км	Длина ВЛ 0,4 кВ, км	Мощность трансформаторов, кВА	Полезный отпуск, тыс. кВт ч
1	п. Новокуликовский	47	139	43,89	5,820	383	124,836
2	п. Соболи	47	115	14,77	4,523	320	95,735
3	п. Добрая Воля	37	99	52,25	52,250	223	51,050
4	п. Краснодубровский	96	225	7,54	6,600	300	202,735
5	ст. Овечкино	12	124	20,82	0,360	160	48,469
6	п. Тумановский	166	397	23,10	11,320	1963	460,083
7	с. Чернавка	171	409	17,10	13,950	1800	548,342
8	п. Александровский	92	246	18,42	6,400	542	174,536

Одним из главных условий эффективного, устойчивого ведения сельского хозяйства, закрепления населения является стабильное и надежное энергообеспечение и, прежде всего, устойчивое обеспечение сельских жителей электрической энергией и эффективными системами теплоснабжения взамен традиционных отопительных печей и неэффективных малых котельных [2].

Если в городах и районных центрах края, имеющих развитую транспортную систему, можно обеспечить выбор наиболее эффективных видов энергоресурсов, то для удаленных малых населенных пунктов такой экономически эффективной возможности при использовании традиционных источников не имелось. Их характерной особенностью является малая численность населения и слабо освоенные в производственном отношении территории.

Выполним оценку величины потерь электрической энергии в электрических сетях, обеспечивающих электроснабжение малых сельских поселений Завьяловского района. Потери электрической энергии в электрических сетях подразделяются на постоянные, не зависящие от величины мощности подключенных электроприемников, и переменные, вызванные нагрузками подключенных электроприемников [3]. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Потери электрической энергии в системах электроснабжения малых сельских поселений Завьяловского района

№ п/п	Населенный пункт	Потери холостого хода трансформаторов, тыс. кВт ч	Потери короткого замыкания трансформаторов, тыс. кВт ч	Потери в воздушных линиях электропередачи, тыс. кВт ч	Потери всего, тыс. кВт ч	Полезный отпуск, тыс. кВт ч
1	п. Новокуликовский	9 898,80	2 381,85	247,7	12 528,35	124,836
2	п. Соболи	7 884,00	1 783,57	125,3	9 792,87	95,735
3	п. Добрая Воля	5 956,80	990,49	411,3	7 358,59	51,050
4	п. Краснодубровский	7 621,20	3 704,02	819,7	12 144,92	202,735
5	ст. Овечкино	3 679,20	902,99	2,6	4 584,79	48,469
6	п. Тумановский	42 223,20	6 877,04	5283,5	54 383,74	460,083
7	с. Чернавка	42 135,60	8 879,02	12667,9	63 682,52	548,342
8	п.Александровский	15 549,00	15 549,00	589,0	31 687,00	174,536

Из таблицы видно, что потери электрической энергии при ее транспортировке более чем в 100 раз превышают величину электрической энергии, используемой потребителями малых сельских поселений Завьяловского района. В случае увеличения величины потребления электроэнергии в 2 раза, ее потери в этих же сетях за счет переменной составляющей увеличатся только на 41%.

В этой связи важную роль в повышении коммерческой эффективности приобретают энергетические установки, использующие возобновляемые виды энергии. Так в качестве альтернативы печному отоплению могут применяться теплонасосные системы теплоснабжения, использующие энергетический потенциал тепла поверхностных слоев Земли. При отсутствии возможности подключения к сетям природного газа отопление объектов с использованием парокомпрессионных тепловых насосов с электрическим приводом наиболее эффективно [2].

В результате проведенных исследований отмечен высокий потенциал использования тепла поверхностных слоев Земли для теплоснабжения удаленных от районных центров населенных пунктов, электроснабжение которых осуществляется по протяженным стационарным линиям электропередачи.

Теплонасосные установки, используемые для теплоснабжения жилых домов, в последнее время продемонстрировали конкурентные преимущества на рынке теплогенерирующего оборудования. С их помощью появилась возможность замещать органическое топливо, используемое для отопления в удаленных малых населенных пунктах, низкопотенциальным теплом природного происхождения.

Использование сельским населением эффективного электроотопления на базе тепловых насосов позволит повысить энергетическую эффективность распределительных электрических сетей 10 кВ за счет увеличения потребления электрической мощности из систем централизованного электроснабжения и снижения удельной величины потерь электрической энергии при ее транспортировке до потребителя.

Кроме того, их внедрение решает важную проблему, связанную с моральным и физическим износом основных фондов электросетевого комплекса края, позволяет снизить удельную величину потерь электрической энергии при ее транспортировке.

Результаты исследований могут учитываться при разработке проектов по замещению теплогенерирующих установок, использующих органическое топливо или электронагревательные элементы, тепловыми насосами с грунтовыми теплообменниками.

Список использованных источников:

1. Крюков Д.Н., Федянин В.Я. Создание эффективных систем энергоснабжения сельских потребителей, обеспечивающих снижение объёмов выбросов парниковых газов [Текст] / Д.Н. Крюков, В.Я. Федянин // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура: материалы 2-й международной научно-практической конференции (18–20.10.2017, Кызыл, Россия): Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН, 2017. – С. 62–66.
2. Федянин В.Я., Крюков Д.Н. Создание эффективных систем энергоснабжения сельских потребителей в условиях юга Западной Сибири [Текст] // Достижения науки и техники АПК. – 2017, Т. 31. №3. – С. 65–68.
3. Методические указания по расчету потерь в электрических сетях, для составления ежемесячного баланса предприятия по потреблению электрической энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pandia.ru/text/78/558/50518.php> – Загл. с экрана.

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВКИ

Парфёнов М.А. – студент группы Э-61, Савинский Н.Н. – студент группы Эпр-42,

Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Развитие возобновляемой энергетики является одним из приоритетных направлений программ развития электроэнергетики в России и Алтайском крае. Однако строительство больших станций требует высоких капитальных затрат, тщательной проработки проектов и т.д. Поэтому наряду с большой энергетикой целесообразным представляется продвижение различных энергоустановок для небольших объектов и частных потребителей. В нашей стране существует несколько реализованных проектов применения ветроэнергоустановок для небольших посёлков, фермерских хозяйств и отдельных зданий.

В настоящей работе рассматривается подбор ветроэнергоустановки для небольшой столовой, расположенной в г. Барнауле.

Для оптимального выбора ветроэнергоустановки на начальном этапе необходимо рассмотреть преобладающие ветра в г. Барнауле. Как следует из рисунка 1 преобладающими направлениями являются: юго – западное (30 %); западное (16 %) и южное (14 %), дующих со среднегодовой скоростью 3,6 м/с. Дней с сильными ветрами (15 м/с и более) наблюдается в среднем до сорока пяти в году: от четырёх до шести дней в месяц зимой и до трёх дней в месяц – летом.

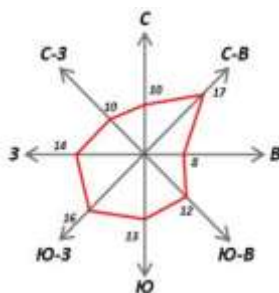


Рисунок 1 – Роза ветров для г. Барнаула

Ветроэнергоустановка представляет собой комплекс различных технических устройств, предназначенных для преобразования кинетической энергии ветрового потока в электрическую или другой вид энергии. Её основным элементом является ветродвигатель, представляющий собой ветроколесо (ветряк), генератор и башня (опора), на которой крепится ветряк. Также для нормального функционирования необходимы следующие элементы: контроллер, аккумуляторные батареи, инвертор.

Для подбора ветрогенератора необходимо определить расчётное потребление электроэнергии (таблица 1).

Таблица 1 - Потребление электроэнергии расчетное

Приборы	Мощность, Вт*ч	Расчётная мощность, Вт в день	Продолжительность работы месяц, ч	Расход электроэнергии, Вт*ч месяц
освещение (светодиодные лампы 4 шт.)	80	320	84	6720
телевизор	200	1600	168	33600
микроволновка	2000	2000	21	42000
Итого		3920		82320

Таким образом, рассчитанная мощность ветрогенератора для электроснабжения небольшой столовой составляет 489 Вт. По данной мощности из условия средней скорости ветра 3,2 м/с выбран генератор «Falcon Euro» с вертикальной осью вращения (рисунок 2).



Рисунок 2 – Вертикально-осевой ветрогенератор «Falcon Euro»

Для подбора аккумулятора необходимо учитывать, что основное потребление электроэнергии происходит с 7.00 до 17.00 часов. Между этими основными пиками существует интервал в 12 – 13 часов. Исходя из времени работы и требуемой ёмкости выбран аккумулятор AQQU 12ML150 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Аккумуляторная батарея AQQU 12ML150

Для максимального потребления электроэнергии в пиковые моменты до 4 кВт целесообразно установить инвертор, предназначенный для автономного и резервного электропитания от сети 220 В. Подобран инвертор серии «ИС-12/24» (рисунок 4).



Рисунок 4 – Инвертор «ИС-12/24»

Таким образом, выбранное оборудование обеспечит функционирование автономной системы электроснабжения с помощью ветроэнергостанции для небольшой столовой. Необходимо отметить, что данное оборудование и методика его подбора может быть использована для других небольших потребителей при создании автономных систем электроснабжения.

ВЛИЯНИЕ НАВЕДЁННЫХ ТОКОВ НА ИЗМЕРЕНИЯ В ОБЛАСТЯХ, СВОБОДНЫХ ОТ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Петраков А.Ю. – студент группы 8Э-73, Федянин В.Я. – д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Точность измерений – важная проблема в электроэнергетике. В связи с этим рассматривается проблема точности измерений, которые являются неотъемлемой частью электроэнергетики и ошибки, которые могут возникнуть из-за несовершенства измерений, сказываются на работе всего оборудования.

Условием, при котором электрические поля обладают потенциалом и при наложении магнитного поля, является требование: $\frac{\partial B}{\partial t} = 0$, где B – магнитная индукция [1].

Однако, в некоторых ситуациях одного лишь критерия стационарности магнитной индукции оказывается недостаточно. Например, соленоид, по обмотке которого течет переменный ток, индуцирует вихревое электрическое поле как в области внешней по отношению к соленоиду, в которой $B=0$, а значит и $\frac{\partial B}{\partial t} = 0$. Измеряя вольтметрами напряжения в двух различных точках цепи, расположенной в этой области, будем получать различные показания, зависящие от пространственного положения подводящих проводов [2].

В связи с распространённостью устройств, включающих в себя катушки индуктивности, актуальной является задача исследования влияния наведённых в измерительных проводах токов, в том случае, когда они располагаются в областях, свободных от магнитного поля.

Исследования процессов измерения падения напряжений на элементах электрических схем проводились на специально изготовленном экспериментальном стенде, электрическая схема которого приведена на рисунке 1.

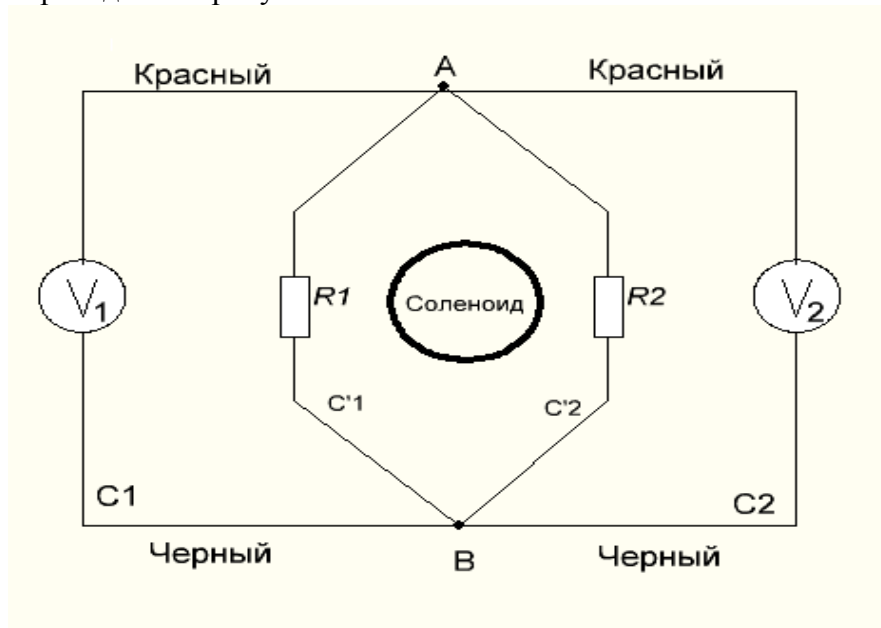


Рисунок 1 – Электрическая схема измерительного стенда

Для проведения эксперимента была изготовлена катушка индуктивности с параметрами:

- количество витков $N = 450$
- длина катушки $L = 1.4 \text{ м}$
- провод диаметром $d = 0,4 \text{ мм}$
- диаметр катушки $D = 11 \text{ см} = 0.11 \text{ м}$
- ток источника питания $I = 5 \text{ А}$.

Величина индуктивности катушки

$$L = \frac{\mu_0 * N^2 * S}{l} \quad (1)$$

$$\mu_0 = 4\pi * 10^{-7}$$

$$S = \pi R^2 = 3.14 * 0.55^2 = 0.94985 \text{ м}^2 \quad (2)$$

$$L = \frac{4 * 3.14 * 10^{-7} * 450^2 * 0.94985}{1.4} = 1.72 \text{ мГн}$$

Энергия магнитного поля катушки индуктивности

$$W = \frac{L * I^2}{2} = (2 * 5 * 5) / 2 = 25 \text{ мДж} \quad (3)$$

Для расчёта выберем частоту $f = 300 \text{ Гц}$

$$X_L = 2\pi f L = 6.28 * 300 * 1.4 = 2637.6 \text{ Ом} \quad (4)$$

Для обмотки катушки индуктивности был выбран провод ПЭТВ-2 0,4

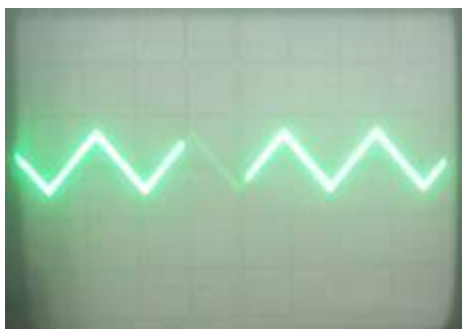


Рисунок 2 – Напряжение пилообразной формы на соленоиде, частота 300 Гц

Описание опыта и результаты измерений: $R_1 = 1,8 \text{ кОм}$; $R_2 = 2,97 \text{ кОм}$;

$U_1 = 7 \text{ мВ}$; $U_2 = 13 \text{ мВ}$.

Результаты измерения показывают, что во внешней по отношению к соленоиду области напряжение, измеряемое вольтметром, зависит от способа его включения в цепь.

Анализ схемы по формулам теории цепи дает следующие выражения для вычисления U_1 и U_2 :

$$U_1 = E \frac{R_1}{R_1 + R_2};$$

$$U_2 = E \frac{R_2}{R_1 + R_2},$$

где E – ЭДС электромагнитной индукции.

В результате

$$U_1 / U_2 = R_1 / R_2.$$

По результатам измерений

$$U_1 / U_2 = 0.54;$$

$$R_1 / R_2 = 0.61.$$

$$E = U_1 + U_2 = 20 \text{ мВ}.$$

Вывод. При интерпретации результатов измерения падения напряжений на элементах электрических устройств, содержащих катушки индуктивности необходимо учитывать топологию размещения измерительных проводов.

Список использованных источников:

1. Тамм И. Е. Основы теории электричества: учебное пособие для вузов. – 11-е изд., испр. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 616 с.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, Т. 6, Электродинамика, М., 1977. – С. 22–23".

ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Пропостина О.А. – студент группы 8С-72, Леденева Е.А. – студент группы Э-61,

Бахтина И.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Развитие страны во многом зависит от эффективного использования её природных ресурсов, в особенности топливно-энергетических. Ввиду климатических условий наиболее востребованной энергией в России является тепловая, применяемая в основном для теплоснабжения жилых и общественных зданий.

Заменой традиционных источников тепловой энергии, а именно газовых, жидкостных и твёрдотопливных котлов, прямого электрического отопления, может стать теплонасосная система теплоснабжения. Одним из эффективных мероприятий по экономии топлива представляется широкое применение тепловых насосов (ТН).

ТН представляет собой устройство для переноса тепловой энергии от источника низкопотенциальной тепловой энергии (грунта, воды, воздуха) к потребителю (теплоносителю) с более высокой температурой. Привлекательность ТН заключается в том, что в холодный период года они могут работать как источник теплоты для систем отопления, а в тёплый период года – как источник холода для систем кондиционирования. Также они могут быть использованы и для устройства систем вентиляции зданий.

Принцип работы ТН – «холодильник наоборот». Он работает на электрической энергии и позволяет переносить тепло от более холодного тела к более горячему посредством испарения и конденсации. ТН являются энергоустановками, работающими на возобновляемых источниках энергии. Для того, чтобы установка получения энергии работала согласно принципам работы ТН, в его конструкции должны присутствовать четыре основных агрегата: компрессор, терморегулирующий вентиль (ТРВ или дроссель-клапан), конденсатор, испаритель (рисунок 1).

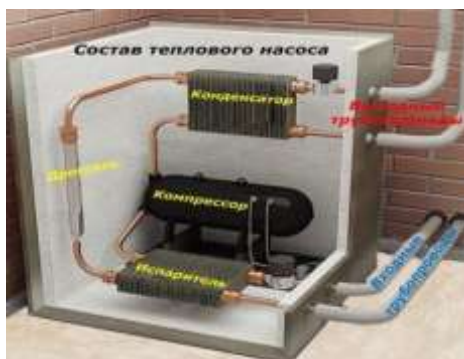


Рисунок 1 – Тепловой насос с основными конструктивными элементами

Компрессор – важный элемент конструкции ТН (рисунок 2). Основная функция – повышение давления и температуры паров, образующихся в результате кипения хладагента. Перекачивает под большим давлением разогретый пар в сторону конденсатора. Для ТН применяются современные спиральные компрессоры (производят мало шума и работают, как при низких температурах кипения газа, так и при высоких температурах конденсации; имеют компактные размеры и небольшой удельный вес).



Рисунок 2 – Компрессор

Терморегулирующий (дроссельный) клапан (рисунок 3) – устанавливается в начале той части гидравлического контура, где циркулирующая среда высокого давления преобразуется в среду с низким давлением (т.е. дроссель в паре с компрессором делят контур теплового насоса на две части: одну с высокими параметрами давления, другую – с низкими). При прохождении через расширительный дроссельный вентиль циркулирующая по замкнутому контуру жидкость частично испаряется, вследствие чего давление вместе с температурой падают. Затем поступает в теплообменник, сообщающийся с окружающей средой. Там захватывает энергию среды и переносит ее обратно в систему.

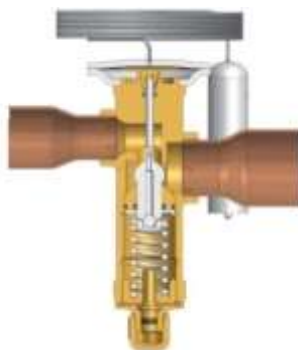


Рисунок 3 – Дроссель-клапан

Конденсатор (теплообменник) (рисунок 4) – отдаёт тепловую энергию внутреннему контуру отопительной системы. Основным материалом для таких конденсаторов служит легированная сталь или медь.



Рисунок 4 – Теплообменник из медных трубок

Испаритель – представляет собой ёмкость, в которой происходит превращение в пар жидкого хладагента. Образующийся пар, под низким давлением, направляется в сторону компрессора.

Как правило, компрессор и теплообменники (компрессор, испаритель) выбираются стандартными из представленных на рынке. Основными параметрами их выбора является необходимая площадь теплообмена, которая определяется расчётом в зависимости от среднелогарифмического перепада температур теплоносителей.

МИНИ-ГЭС, РАБОТАЮЩИЕ НА СТОЧНЫХ ВОДАХ

Реклинг А.В. – студент группы 8С-71, Арапов Д.С. – студент группы 8С(з)-71,
Иванова Т.Ю. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Разработки и строительство мини и малых ГЭС, в том числе работающих на сточных водах, в настоящее время являются актуальными, так как малая гидроэнергетика является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии. Реализация региональных программ и проектов малой гидроэнергетики в России открывает новые возможности как для развития российских технологий и индустрии, так и для проникновения европейского опыта и оборудования на российский рынок [1,5].

Так, например, в 2014 году запущена первая мини-ГЭС в Сибири - утилизационная гидроэнергетическая установки мощностью 1000кВт, использующая сточные воды очистных сооружений г. Томска (посёлок Орловка, ЗАТО Северск). А с такой мощностью и первая в России. В г.Ульяновске есть опыт использования подобной установки, мощность которой составляет 230 кВт.

Алтайский край является одним из наиболее перспективных регионов России в развитии малой гидроэнергетики. Решение о строительстве гидроэнергетической установки, работающей на предварительно очищенных сточных водах КОС-1 г. Барнаула, с установкой для ультрафиолетового (УФ)-обеззараживания стоков перед сбросом их в реку Обь было принято администрацией Алтайского края давно. Оно было включено в целевую Программу оздоровления систем водоснабжения и канализации города Барнаула на 2003-2008 годы. Однако по ряду причин оно не было осуществлено.

В последние годы ситуация заметно изменилась. На совещании Администрации Алтайского края по промышленности и энергетике от 19.02.2016г. было одобрено строительство мини-ГЭС, работающей на сточных водах КОС-1 г. Барнаула. Вместе с повышением экологической безопасности стоков с КОС-1 и оптимизацией работы системы водоотведения г.Барнаула, также ожидается значительный экономический эффект за счет экономии электроэнергии [5].

Производственная целесообразность, экологическая, социально-экономическая значимость и эффективность строительства на сточных водах КОС-1 ООО «Барнаульский водоканал» мини-ГЭС с установкой для УФ - обеззараживания стоков связаны с целым рядом факторов, к числу основных из которых можно отнести:

- использование гидроэнергетического потенциала сточных вод для выработки электроэнергии;
- организацию бактериологической очистки стоков за счет ультрафиолетового (УФ)-обеззараживания взамен использования газообразного хлора, образующего с органикой сложные хлорорганические соединения, обладающие крайне высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью;
- обеззараживание воды методом УФ-обеззараживания, используя электроэнергию мини-ГЭС, обеспечивает значительное снижение эксплуатационных расходов на КОС-1;
- внедрение УФ-обеззараживания обеспечивает выполнение требований СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», а также исключает негативное влияние хлора и хлорсодержащих соединений на обслуживающий персонал КОС-1 и население г. Барнаула.

Строительство на сточных водах КОС-1 мини-ГЭС и установки для УФ-обеззараживания позволяет решить следующие проблемы:

- создать местный надежный источник дешевой электроэнергии, обеспечивающий значительное снижение производственных затрат КОС-1 ООО «Барнаульский водоканал»;
- обеспечить обеззараживание сточных вод за счет ультрафиолетового излучения без применения химических реагентов, что устраняет потребность в их хранении и транспортировке. Это, в свою очередь, предотвращает образование в воде хлорорганических

соединений, обладающих по отношению к биоценозу реки Обь высокой токсичностью, способствующих развитию мутаций и являющихся канцерогенными. Жидкий и газообразный хлор является сильнодействующим ядовитым веществом, и при работе с ним требуются специальные меры по обеспечению безопасности не только обслуживающего персонала, но также и населения города Барнаула.

Сложность разработок и внедрения в жизнь подобных проектов заключается в том, что отсутствует производство типового оборудования. Так, для реализации проекта по внедрению гидроэнергетической установки мощностью 1000 кВт, использующей сточные воды очистных сооружений г. Томска (пос. Орловка, ЗАТО Северск), пришлось отдельные составляющие установки заказывать у производителей разных стран и городов России. Гидротурбина была поставлена из Китая, разработка конструкции генератора происходила на Украине в городе Малая Каховка, ячейка управления разработана Ульяновским конструкторским бюро приборостроения (военно-авиационный завод), электротехническое оборудование с вакуумным выключателем изготовлено в городе Тольятти.

В результате выполнения работы были получены следующие научные/научно-технические результаты [2-5]:

1) выполнены гидроэнергетические расчёты.

Определён статический напор $H_{ст} = 43$ м и рассчитаны общие потери напора в целом по всей трассе трубопровода, принятые 3 м. Исходя из этого получен расчётный напор $H_p = 40$ м. Расчётная установленная мощность мини-ГЭС составляет 470 кВт, а общая годовая выработка электроэнергии - 4034,950 тыс. кВт.ч.

2) выбрано гидроэнергетическое оборудование ЗАО "МНТО ИНСЭТ" (г. Санкт-Петербург), входящее в состав мини-ГЭС, включающее 2 гидротурбины, 2 асинхронных электродвигателя, систему автоматического управления и вспомогательное оборудование;

3) выбрано оборудование для УФ-обеззараживания сточных вод: самотёчная лотковая установка серии TAK55 фирмы WEDECO (Германия);

4) разработаны основные проектные решения по строительству мини-ГЭС с УФ-обеззараживанием сточных вод.

В настоящей работе рассмотрена техническая возможность строительства мини-ГЭС, работающей на сточных водах КОС-1 г. Барнаула, обеспечивающая возможность максимального использования естественного рельефа местности для создания напора, необходимого для обеспечения нормальной работы мини-ГЭС.

Возможность использования 2-х самотечных трубопроводов КОС-1 диаметром 1200 мм каждый, которые предназначены для сброса сточных вод в р. Обь, послужила основой для рекомендации строительства мини-ГЭС. По продольному профилю заложения труб определилось местоположение здания микро-ГЭС, что обеспечило напор $H_{ст} = 43$ м.

С целью минимизации капитальных вложений и сокращения сроков строительства мини-ГЭС и установки для УФ-обеззараживания сточных вод КОС-1 предложено следующее: построить единый производственный корпус (машинный зал мини-ГЭС и установку для УФ-обеззараживания сточных вод) непосредственно над трубопроводами КОС-1, так чтобы было удобно врезать напорные трубопроводы в существующие трубопроводы КОС-1.

Мини-ГЭС запроектирована как станция деривационного типа. При проектировании здания мини-ГЭС учитывались следующие требования ООО «Барнаульский водоканал»:

- максимально использован напор, который создается за счет заложения канализационных труб по естественному берегу р. Оби;
- не изменено межосевое расстояние между трубами КОС-1;
- не изменены диаметры труб КОС-1.

Данный проект позволяет получить энергию из постоянно работающего источника, который полезно не используется. Полученная энергия бесплатна, а значит позволит экономить средства на закупку энергии со стороны. Сэкономленные средства, которые без внедрения мини-ГЭС тратились бы на закупку необходимого количества энергии, можно

тратить на ремонт установленного оборудования, закупку нового более современного, улучшение и совершенствование технологического процесса и т.д.

При подсчёте срока окупаемости мини-ГЭС с установкой для УФ-обеззараживания сточных вод равном 5,5 лет было определено, что строительство установки для УФ-обеззараживания из экономических соображений нецелесообразно. Строительство мини-ГЭС с установкой для УФ-обеззараживания необходимо с экологической и социальной точек зрения в целях повышения экологической безопасности сточных вод КОС-1 и улучшения надёжности и безопасности работы КОС-1. Внедрение УФ-обеззараживания обеспечивает выполнение требований СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», а также исключает негативное влияние хлора и хлорсодержащих соединений на обслуживающий персонал КОС-1 и население г. Барнаула. Кроме того, улучшается надёжность и безопасность работы КОС-1 для окружающей среды и населения за счёт уменьшения запаса хлора, при этом хлораторную и контактные резервуары не убирают, и в случае выхода из строя установки для УФ-обеззараживания или её части обеззараживание идёт по прежней схеме.

Строительство мини-ГЭС без установки для УФ-обеззараживания сточных вод имеет срок окупаемости 2 года и 1 месяц, что экономически выгодно, поскольку срок окупаемости меньше трёх лет. Общая экономия на закупке электроэнергии при стоимости 3,6 руб. за 1 кВт.ч. составит 14 525,82 тыс. руб. в год;

Выработанную электроэнергию предлагается направлять на двигатели турбовоздуходувки.

Список использованных источников

1. Перспективы и технические возможности использования малых ГЭС в Северо-Кавказском федеральном округе [Текст]: монография /В.М. Иванов [и др.].- Ставрополь: СевКавГТУ, 2012. – 251с.: ил.

2. Иванов, В.М. Автоматизированные гидроэнергетические установки для электроснабжения и энергосбережения автономных потребителей [Текст] / В.М. Иванов, Т.Ю. Иванова, И.А. Бахтина, П.С. Трутнев // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура: научно-технический журнал. – Самара: Изд-во СГАСУ, 2015.-Вып. 3.- С.106-111.

3. Иванов, В.М. Электроснабжение и энергосбережение с использованием возобновляемых источников энергии [Текст] /В.М. Иванов, И.А. Бахтина, Т.Ю. Иванова, С.В. Ильиных // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура: научно-технический журнал. – Самара: Изд-во СГАСУ, 2015. - Вып. 2. – С. 88 – 93.

4. Борисевич, И.О. Увеличение энергоэффективности путём использования энергии сточных вод КОС-1 города Барнаула [Электронный ресурс] / И.О. Борисевич, А.А. Перфильева, А.В. Григорьев, Т.Ю. Иванова // Наука и молодежь : XIV Всерос. науч.-техн. конф. студ., асп. и мол. учен.: [тез. докл.]/ Алт. гос. техн. ун-т им. И.И.Ползунова.- Электрон. текст.-Барнаул, 2017.- Режим доступа: <http://edu.secna.ru/publication/5/release/64/attachment/25/>.- Загл. с экрана.

5. Иванова, Т.Ю. Гидроэнергетическая установка, использующая сточные воды канализационных очистных сооружений города Барнаула [Текст] /Т.Ю. Иванова, П.С. Трутнев, М.А. Осипова // Ползуновский альманах: научно-технический журнал /под ред. к.т.н, проф. И.В. Харламова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016.- Вып. 3.- С.69-72.

ПОДБОР ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ УФ-ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД КОС-1 ГОРОДА БАРНАУЛА,
РАБОТАЮЩЕГО С УТИЛИЗАЦИОННОЙ МИНИ-ГЭС

Реклинг А.В. – студент группы 8С-71, Эйбин И.С. – студент группы С-43,

Иванов В.М. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова (г. Барнаул)

После выбора и обоснования современного, экологически безопасного метода УФ-обеззараживания сточных вод канализационных сооружений №1 (КОС-1) города Барнаула вместо хлорирования и оборудования для утилизационной мини-ГЭС перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Провести информационный поиск фирм-производителей оборудования для УФ-обеззараживания сточных вод;
2. Выполнить сравнительный анализ оборудования для УФ-обеззараживания сточных вод различных фирм-производителей;
3. Выбрать энергоэффективное, автоматизированное оборудования для УФ-обеззараживания сточных вод КОС-1 города Барнаула, работающее с утилизационной мини-ГЭС.

Значения расхода сточных вод, для которого проводился расчет оборудования для устройства узла УФ- обеззараживания КОС-1 г. Барнаула, приняты на основании данных по расходу и качеству воды, представленных ООО «Барнаульский Водоканал».

Основные технологические параметры узла обеззараживания и проектное качество воды приведены в таблице 1. Показатели воды, подаваемой на обеззараживание будут представлены в докладе.

Сравнительная характеристика оборудования различных фирм-производителей установок большой производительности для УФ - обеззараживания сточных вод представлена в таблице 2.

Таблица 1 - Основные технологические параметры узла обеззараживания и проектное качество воды

Параметр	Значение
Расход сточных вод (обеззараживаемые) макс.	8400м ³ /ч
Расход сточных вод (среднечасовой)	6670м ³ /ч
Прозрачность в УФ (1см)	>55%
УФ – доза в конце срока службы ламп	>30мДж/см ²

В таблице 2 приведены компании предоставляющие оборудование необходимой производительности: ЛИТ (Россия), BERSON (Нидерланды), и WEDECO (Германия). После проведённого нами сравнительного анализа оборудования выявлено, что компания BERSON специализируется на напорных УФ - установках с лампами среднего давления, что не соответствует режиму движения сточных вод (самотечный) по технологической цепочке проектируемого узла обеззараживания. Поэтому нами проведено сравнение преимуществ и недостатков оборудования двух производителей ЛИТ и WEDECO.

Сравнительная характеристика оборудования для УФ-обеззараживания приведена двух производителей ЛИТ и WEDECO будет приведена в докладе. Мы изучили следующие вопросы: энергозатраты, очистка поверхности кварцевых чехлов, гарантии и ресурс ламп, утилизация отходов, учёт расхода обрабатываемой воды, эксплуатационные затраты.

Из проведенного сравнительного анализа выявлено, что УФ - установка фирмы WEDECO имеет ряд технических преимуществ: меньшее удельное потребление электроэнергии, более высокий уровень автоматизации, более простое обслуживание. Меньший объем строительных работ.

Таблица 2 - Сравнительная характеристика оборудования различных производителей установок большой производительности для УФ-обеззараживания сточных вод

Параметр	BERSON	WEDECO	ЛИТ
Диапазон производительности, м ³ /ч	0,1-50000	0,1-50000	0,1-5000
Спад интенсивности к концу срока службы, %	26	10	16
Тип системы	самот./ напорн.	самот./ напорн.	самот./ напорн.
Тип УФ - ламп (по давлению паров ртути), производитель	среднего BERSON	низкого WEDECO	низкого Лисма
Мощность лампы/КПД, Вт/%	до 4000/9	350/45	75/33
Регулирование потребляемой мощности	нет	есть плавное	нет
Срок службы ламп, час	5000	12000-15000	8000-12000
Наличие и тип очистки кварцевых чехлов ламп	механ автомат/хим	механ автомат/хим	хим
Материал камер обеззараживания	корп. нерж. сталь/лоток бетон	корп. нерж. сталь/лоток бетон	корп. нерж. сталь
Наличие УФ - датчика	-	+	-

Изучив спектр оборудования различных фирм-производителей, предлагаемого на рынке СНГ, были рассмотрены следующие варианты технологической схемы обеззараживания:

1. Мини-ГЭС и узел УФ-обеззараживания с использованием самотечных корпусных установок, движение сточных вод после агрегатов микро-ГЭС из сбросной камеры по трубопроводам через распределительную гребенку на УФ - установки и далее, через сборно-распределительную гребенку, в существующие трубопроводы Ду 1200мм.

2. Мини-ГЭС и узел УФ-обеззараживания с использованием самотечной лотковой установки, движение сточных вод после агрегатов микро-ГЭС из сбросной камеры по двум лоткам УФ - установки, далее в существующие трубопроводы Ду 1200мм.

Для схемы 1 рассмотрено оборудование производства НПО ЛИТ (Москва, Россия) При использовании УФ - установок НПО ЛИТ количество установок УДВ 1000/576 для проектного расхода 8600 м³/ч определенное согласно рекомендаций производителя по объектам аналогам составляет 5 рабочих – 1 резервная. Вес одной установки 4,8т (в сумме 28.8т). Максимальный габаритный размер 7000 мм.

Для обеспечения работы станции необходимо смонтировать систему распределений сточных вод по отдельным УФ - установкам с монтажом трубопроводной арматуры больших диаметров (600-800 мм) - 16-18 шт. Размеры машинного зала в плане 18х24м. Автоматизация такой станции, с учетом необходимости установки электрифицированных задвижек и большого объема оборудования, также имеет высокую стоимость.

Для схемы 2 рассмотрено оборудование производства фирмы WEDECO. При использовании УФ-установок WEDECO требуется одна рабочая установка TAK55 для проектного расхода 8600 м³/ч, определенного согласно рекомендаций производителя по объектам аналогам (в двух параллельных лотках, резервирование не требуется). Вес технологического оборудования составляет в сумме 5,2т. Для обеспечения работы станции необходимо построить два железобетонных лотка длиной 11000 мм, сечение 1675х1645 мм. Размеры машинного зала в плане 11х13м. Установка полностью автоматизированная. Достоинства установок TAK55 будут приведены в докладе.

Выводы и заключение.

Значительным преимуществом схемы мини-ГЭС с использованием УФ - установки фирмы WEDECO является наличие системы автоматической регулировки мощности УФ-излучения в зависимости от расхода и качества очистки сточной воды. Такая система

повышает надежность обеззараживания и с другой стороны позволяет экономить до 25% электроэнергии.

Наличие в УФ-установке автоматизированной механической системы очистки позволяет отказаться от резервирования оборудования, а также от устройства реагентного хозяйства и системы промывки оборудования с использованием кислоты. Отсутствует необходимость в утилизации значительного количества (несколько кубических метров) отработанного промывного раствора.

Особенностью предлагаемого оборудования УФ – обеззараживания является блочная конструкция, которая позволяет «набирать» оборудование различной производительности из унифицированных блоков.

Принимая во внимание вышеизложенное, нами принято решение применить для обеззараживания стоков КОС-1 города Барнаула схему мини-ГЭС и узел обеззараживания в одном здании [1,2]. Использовать самотечную лотковую установку фирмы WEDECO. Движение сточных вод после гидроагрегатов мини-ГЭС из сбросной камеры спроектировать по двум лоткам УФ – установки, далее в существующие трубопроводы Ду-1200.

Список использованных источников:

1. Иванов, В.М. Автоматизированные гидроэнергетические установки для электроснабжения и энергосбережения автономных потребителей [Текст] / В.М Иванов, Т.Ю. Иванова, И.А. Бахтина, П.С. Трутнев // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура: научно-технический журнал. – Самара: Изд-во СГАСУ, 2015.-Вып.3 .- С.106-111.
2. Иванова, Т.Ю. Гидроэнергетическая установка, использующая сточные воды канализационных очистных сооружений города Барнаула [Текст] /Т.Ю.Иванова, П.С.Трутнев, М.А. Осипова//Ползуновский альманах: научно-технический журнал /под ред. к.т.н, проф.И.В.Харламова.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2016.- Вып.3.- С.69-72.